

УДК 656.02/004.02

**САМОРОДОВ В.Б., АНДРОСЕНКО, В.В.,** НТУ «ХП»

## **МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ РІШЕНЬ ОПЕРАТОРА ТА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

Предложена методика исследования взаимосвязи действий оператора и эффективности работы транспортно-экспедиционного предприятия. Определен тип и требования к выборке, выделены ее необходимые элементы и поданы основную зависимость для ее расчетов. Представлена методика для закрепления заявок потребителей за соответствующим им подвижным составом с использованием теории нечетких множественных чисел и линейного программирования. Приведен два отдельных показателя оценки эффективности закрепления и выделены границы их использования.

**Вступ.** Сучасний стан ринку транспортного-експедиційного обслуговування характеризується значним підвищенням вимог споживачів відповідно якості послуг, які надаються. Ситуація ускладнюється загальним зниженням рівня професійності робітників транспортних підприємств та операторів зокрема. Крім того, значна кількість підприємств (компаній) майже не впроваджують нові методи та технології удосконалення технологічного процесу. Особливої ваги проблема ефективності та якості послуг набуває в результаті значного підвищення конкуренції на ринку транспортних-експедиційних послуг. Поява нових та реформування старих підприємств та установ призвело до збільшення загальної кількості експедиторів та перевізників. Результатом стає поява наступних знарядь конкурентної боротьби:

- цінове протистояння (при низькому рівні якості майже не спрацьовує);
- протистояння за номенклатурою послуг (доведено, що при наданні послуг, номенклатура яких значно перевищує кількість, необхідну клієнтам, експедитором витрачаються зайві кошти для їх забезпечення);
- протистояння за інформованістю (потребує значних інформаційних ресурсів та додаткових ліцензійних продуктів);
- протистояння за якістю (найбільш доцільне протистояння, однак воно вимагає підвищення відповідності вимог споживача рівню послуги, яка надається за рахунок введення наукових розробок та нових технологій).

Якість обслуговування цілком залежить від дій операторів підприємства (фірми). При невірному виборі параметрів перевезення (нижчих за потрібні, або надто великих) виникає ситуація зменшення рівня якості по окремому замовленню отже по підприємству взагалі. Результатом дуже низького рівня стає втрата клієнтури або зменшення кількості заявок (їх розмірів).

Розробка методики аналізу взаємозв'язку роботи оператора та ефективності транспортно-експедиційного обслуговування (ТЕО) дозволить провести перевірку професійного рівня операторів та визначити доцільність впровадження електронних систем підтримки управлінських рішень. Розроблена методика надасть можливість оцінити необхідну кількість замовлень клієнтури для одержання необхідного рівня достовірності результатів.

**Аналіз публікацій щодо ефективності транспортно-експедиційного обслуговування.** Проблемою невисокого рівня якості та ефективності сучасного вітчизняного експедиційного обслуговування було зацікавлено багато дослідників.

Транспортно-експедиційним підприємствам були надані розробки та рекомендації які умовно можна поділити на:

- нові (сучасні) технологічні процеси;
- методи для аналізу структури підприємств та її оптимізації;
- методики по проектуванню та впровадженню систем якості;
- системи аналізу взаємодії підприємства та зовнішнього середовища;
- методики оцінки конкурентоспроможності фірми;
- методики вибору партнерів;
- рекомендації відповідно роботи експедитора на європейському (міжнародному) ринках;
- розробки систем взаємодії групи транспортних-експедиційних компаній;
- стратегії поведінки фірми на ринку транспортного обслуговування;
- методики організації необхідного інформаційного забезпечення та ін.

Задача ефективності роботи експедитора на українському та міжнародному ринках, безперечно, пов'язана з рівнем впровадження всіх наданих вище рекомендацій.

В роботі [1] зауважено, що в нашій державі поступово формується ринок транспортно-експедиційних послуг, створення якого припускає співробітництво та суперництво між його учасниками. Для успішного функціонування та розвитку експедиторів в умовах конкурентного протистояння необхідно не тільки підвищувати загальний рівень обслуговування клієнтури, але і розвивати надійну стратегію своєї діяльності, при реалізації якої фірма зможе отримати достатній економічний ефект – прийнятний рівень доходів, отже і прибутків.

Важливість якісної роботи операторів транспортно-експедиційних підприємств (ТЕП) різної форми власності особливо відзначено в роботі [2]. Авторами розроблено та систематизовано чотири основні форми організації ТЕО. В залежності від конкретних умов обслуговування клієнтури обирається найбільш доцільна. Важливість якісної роботи операторів доведена тим, що кожна з чотирьох форм має в своєму складі або виробничо – диспетчерські дільниці або диспетчерські пункти.

**Цілі та постановка завдання.** Основною ціллю роботи є аналіз впливу на ефективність підприємства дій операторів. Для його виконання необхідно:

- визначити елементи для розрахунків значення вибірки, їх розміри та приблизні значення (діапазон значень, доцільні значення, граничні значення);
- надати методику закріплення заявок споживачів за відповідним рухомим складом;
- надати методику для пошуку ступеня розходження та надати практичні рекомендації.

Для оцінки ефективності дій операторів необхідно визначити межу припустимої якості, при якій клієнт буде звертатись до експедиційного підприємства. Ефективністю будемо вважати різницю в обсягах, викликану відмовками від поданої заявки (в випадку обробки заявки з рівнем якості нижчим за поставлену межу) при вирішенні задач закріплення оператором та за допомогою представленої методики. Для додаткової, більш точної перевірки розходження необхідно використовувати різницю між середньо зваженим рівнем якості обслуговування клієнтури.

Кількість показників якості рухомого складу відповідно до бажань клієнтів необхідно збільшувати (зменшувати) в залежності від рівня точності, який потребує реальне дослідження. Значення показників якості необхідно шукати як відповідні функції приналежності. Для побудови функцій приналежності необхідно збір вхідних даних виконувати за допомогою цілочисельного анкетування. При попередньому,

пілотному, дослідженні можна використовувати десятибальну систему оцінки важливості, однак для збільшення точності дослідження, потрібно підвищити діапазон важливості показників якості.

**Виділення необхідних елементів для розрахунків розміру вибірки, визначення їх граничних та доцільних значень.** В дослідженнях, спрямованих на виявлення ефекту (різниця в ефективності використання знань оператора або додаткових методик та програмних продуктів) оцінка розміру вибірки необхідна для упевнення, з високим ступенем вірогідності, в наявності ефекту (важливого ефекту). Вірогідність пропущення реально існуючого ефекту при наданих даних повинна бути раціонально мінімальна. В випадку, коли розмір вибірки невеликий, для значної різниці між групами неможливо буде довести, що вона не є наслідком вибіркової варіабельності.

Для визначення вибірки необхідно визначити наступні параметри дослідження:

- вид тесту значимості (одно- або двосторонній);
- дизайн дослідження;
- ієрархічність даних;
- кількість частот, які оцінюються.

При односторонньому тесті значимості альтернативна гіпотеза визначає можливий напрямок розходжень, а нульова гіпотеза включає ситуації, коли ефект однаковий або одна з частот дає нижчі результати. На відміну від одностороннього в двосторонньому тесті значимості альтернативна гіпотеза припускає розбіжність в будь якому напрямку, а нульова гіпотеза полягає в їх повній відсутності. Використання одностороннього тесту можливо лише в випадках, коли дослідник повністю впевнений відповідно напрямку відмінностей. Доцільніше використовувати другий різновид тестів значимості.

Визначення ієрархічності даних дозволяє запобігти значному впливу неважливої інформації та зменшити розмір вибірки для забезпечення необхідного рівня значимості.

Оцінюючи ефективність використання оператора або допоміжної методики необхідно проводити аналіз двох частот. Аналіз однієї частоти часто базується на використанні “методу приблизного нормального розподілення”, отже він застосовується при дослідженнях поширення надання окремої послуги підприємствами або установами.

Крім визначення параметрів дослідження необхідно визначення значень наступних змінних:

- рівень значимості;
- потужність;
- відсоток відгуків та втрат при дослідженні (передбачувана частота порушень);
- розмір важливого ефекту;
- стандартне відхилення.

Рівень значимості – це граничне значення для довірчої вірогідності, нижче якого нульова гіпотеза повинна бути відхилена та зроблено висновок про докази наявності ефекту. Розмір рівня не повинен перевищувати 5%, однак деякі вчені [3] впевнені, що для більшої адекватності необхідно використовувати його 1% значення.

Потужність дослідження – вірогідність адекватного відкидання нульової гіпотези. Підвищення значення потужності зменшує вірогідність пропуску істинного ефекту. Значення потужності фіксується на рівні 80%, 90% або 95%.

Кількість елементів (осіб), які повинні бути залучені для дослідження, повинно буди збільшено в залежності від можливих відгуків та втрат при спостереженні.

Чисельне анкетування передбачає рівень порушень від 10 до 25% в залежності від кількості запитань. Надмірне підвищення загальної кількості експертних запитань призводить до значного збільшення розміру порушень. Автори роботи [4] вважають, що загальна кількість запитів не повинна перевищувати дванадцяти.

Вибірка повинна бути сформована таким чином, щоб при наявності реальних відмінностей були отримані статистично вагомі результати. Важливий ефект дозволяє виділити саме доцільне значення цих розходжень. Так, для окремого транспортно-експедиційного підприємства розмір припустимого ефекту повинен бути не менше 5%. Неважливим можна вважати ефект (крім окремих випадків) менший за 1%.

Необхідність застосування серед змінних стандартного відхилення зобов'язує дослідника проводити попередні дослідження або користуватись, на рівні припущень, відомою інформацією. В разі неможливості проведення пілотних досліджень необхідно визначити можливо-припустиме значення стандартного відхилення та в разі необхідності збільшувати розмір вибірки.

Характеристики параметрів та рекомендовані розміри змінних зведено в таблицю 1.

Таблиця 1 – Основні параметри та розміри змінних

Параметри			
Назва		Значення	
Вид тесту		Двосторонній	
Ієрархічність даних		Відсутня	
Кількість частот		Дві	
Розмір груп аналізу		Однаковий	
Дизайн дослідження		–	
Змінні			
Назва	Позначення	Припустимий діапазон значень	Рекомендоване значення
Довірча вірогідність	$p$	0,01 – 0,05	–
Рівень значимості	$p$	0,01 – 0,05	–
Потужність	$W$	0,8 – 0,95	–
Відсоток втрат та відгуків	$\Delta$	–	–
Розмір важливого ефекту	$DIFF$	–	–
Стандартне відхилення	$SD$	–	–

Необхідно зауважити, що при дослідженні взаємозв'язку дій операторів з ефективністю ТЕО групи аналізу мають однаковий розмір.

$$n = \frac{(A+B)^2 \cdot 2 \cdot (SD)^2}{DIFF^2}, \quad (1)$$

де  $n$  – розмір вибірки для порівняння двох середніх;  $A, B$  – залежні коефіцієнти від рівня значимості та потужності відповідно;  $SD$  – стандартне відхилення для основної змінної виходу;  $DIFF$  – важливий ефект.

Коефіцієнти значення яких залежить від рівня значимості та потужності зведено до таблиці 2.

Таблиця 2 – Значення залежних коефіцієнтів

Рівень значимості	$A$
5%	1,96
1%	2,58
Потужність	$B$
80%	0,84
90%	1,28

Використовуючи співвідношення (1) можна розрахувати необхідну кількість заявок для доведення існування ефекту.

**Методика закріплення заявок споживачів за відповідним рухомим складом.** Нижче наведена методика, яка, використовуючи теорію нечітких множин та лінійне програмування, виконує розсортування рухомого складу за відповідними замовленнями, орієнтуючись на мінімізацію розходження в вимогах клієнтів відповідно характеристик бажаного рухомого складу та реальними характеристиками наданого.

Крім того методика дозволяє визначати, в оперативному порядку, інтегральний показник якості по всіх замовленнях та по кожному запиту окремо.

**Математична постановка задачі.** У моделі прийняті наступні припущення: 1) існування транспортного ринку; 2) наявність реальної потреби в виконанні перевезень; 3) рухомий склад характеризується  $p$  ознаками; 4) ступінь важливості ознак при прийнятті рішення про закріплення за рухомим складом варіюється між споживачами; 5) один автомобіль тим більше має переваг, чим більш близькі його ознаки за своїм ступенем важливості до оцінки споживача.

Нехай  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  – множина замовлень споживачів та  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_p\}$  – множина ознак оцінки споживачів. Нехай  $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_m\}$  – множина рухомого складу, який пропонується.  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  – провізні можливості  $i$  – го автомобілю та  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$  – потреби в перевезенні в  $j$  – му замовленні.

Задача закріплення заявок споживачів за відповідним рухомим складом вирішувалась з використанням різних теорій та методик, програмних продуктів та систем різного ступеня складності. Так, в роботі [5], надано методику пошуку раціональної структури парку рухомого складу у відповідності до потреб клієнтури,

алгоритм та програму для автоматизації розрахунків. Для вирішення запропоновано використовувати імітаційне моделювання. На відміну від вище наведеної методики, в дослідженні [6], для визначення структури автопарку застосовують ігровий підхід. Він надає широкі можливості для постановки, розв'язання та аналізу задач планування діяльності перевізників та експедиторів в ринкових умовах. Серед недоліків обох методик необхідно особливо відзначити мінімальне врахування бажань клієнтури та відхилення найбільш важливого, в ринкових умовах, показника транспортно-експедиційного обслуговування – якості послуги. Але саме від ступеня відповідності рухомого складу бажанням замовника головним чином і залежить інтегральний показник якості

Нехай  $\tilde{\Lambda} = (X, Y, \tilde{F})$  – є нечіткою відповідністю, яка задається матрицею інцидентів  $D_{\Lambda}$ , строки та стовпці якої позначені відповідно елементами множин  $X$  та  $Y$ , а на перехресті  $x_i$  та  $y_i$  знаходиться елемент  $d_{ij} = \mu_F \langle x_i, y_i \rangle$ . Функцію приналежності  $\mu_F : X \times Y \rightarrow [0, 1]$  можна інтерпретувати як необхідні відсоткові значення показника  $y_i$  з точки зору замовника  $x_i$ . Матрицю  $D_{\Lambda}$  можна представити в вигляді

$$D_{\Lambda} = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & \dots & y_p \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{matrix} & \left\| \begin{matrix} \mu_F(x_1, y_1) & \mu_F(x_1, y_2) & \dots & \mu_F(x_1, y_p) \\ \mu_F(x_2, y_1) & \mu_F(x_2, y_2) & \dots & \mu_F(x_2, y_p) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_F(x_n, y_1) & \mu_F(x_n, y_2) & \dots & \mu_F(x_n, y_p) \end{matrix} \right\| \end{matrix} \quad (2)$$

Нехай  $\tilde{\Omega} = (Y, Z, \tilde{T})$  – є нечіткою відповідністю, яка задається матрицею інцидентів  $H_{\Omega}$ , строки та стовпці якої позначені відповідно елементами множин  $Y$  та  $Z$ , а на перехресті  $x_i$  та  $y_i$  знаходиться елемент  $h_{ij} = \mu_T \langle y_i, z_i \rangle$ , де  $\mu_T$  – функція приналежності елементів з  $Y \times Z$  до нечіткої відповідності. Функцію  $\mu_T : Y \times Z \rightarrow [0, 1]$  можна інтерпретувати як рівень відповідності автомобіля  $z_i$  показнику  $y_i$ . Матрицю  $H_{\Omega}$  можна представити в вигляді

$$H_{\Omega} = \begin{matrix} & z_1 & z_2 & \dots & z_m \\ \begin{matrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{matrix} & \left\| \begin{matrix} \mu_T(y_1, z_1) & \mu_T(y_1, z_2) & \dots & \mu_T(y_1, z_m) \\ \mu_T(y_2, z_1) & \mu_T(y_2, z_2) & \dots & \mu_T(y_2, z_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_T(y_n, z_1) & \mu_T(y_n, z_2) & \dots & \mu_T(y_n, z_m) \end{matrix} \right\| \end{matrix} \quad (3)$$

Для остаточної постановки задачі необхідно ввести додаткове поняття: нетіткий граф (нечітка відповідність) з визначеними параметрами. Нехай  $\tilde{\Psi} = (X : A, Z : C, \tilde{W})$  – нетіткий граф з визначеними параметрами. Тоді  $X : A$  – область

відправлення  $(x_i, i=1,2,\dots,n, x \in X)$  з параметрами  $(a_i, i=1,2,\dots,n, a \in A)$ , які при рішенні поставленої задачі будуть відображати множину замовлень з відповідними обсягами та  $Z:C$  - вершини входу область прибуття  $(z_j, j=1,2,\dots,m, z \in Z)$  з параметрами  $(c_{ij}, i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m, c \in C)$ , які відображають закріплення рухомого складу за відповідними заявками зі знайденими обсягами.  $\tilde{W}$  виступає в ролі нечіткого графіку нечіткої відповідності

Необхідно знайти  $\tilde{\Psi} = (X:A, Z:C, \tilde{W})$  де  $c_{ji}$  - закріплені обсяги за відповідним рухомим складом.

**Закріплення заявок споживачів за відповідним рухомим складом.**  
Виконання закріплення заявок за відповідним рухомим складом необхідно проводити в два етапи:

- пошук ступеня приналежності відповідності  $\Omega$  відповідності  $\Lambda$ ;
- здійснення остаточного закріплення.

Ступінь приналежності необхідно розраховувати за допомогою переробленої відстані Хемінгу, яка є окремим випадком відстані Мінковського. Попередньо визначаються різниця між бажаннями клієнтів та характеристиками рухомого складу, тобто

$$\sigma_{y_i}(x_i, z_i) = \begin{cases} |\mu_F(x_i, y_i) - \mu_T(y_i, z_i)|, & \text{якщо } 01) \\ 1, & \text{якщо } 02) \end{cases} \quad (4)$$

$$1) \mu_F(x_i, y_i) > \mu_T(y_i, z_i)$$

$$2) \mu_F(x_i, y_i) < \mu_T(y_i, z_i)$$

Виконання цієї умови дозволяє запобігти випадку закріплення заявки за рухомим складом з недостатньо високим рівнем показників. Загальна ступінь приналежності знаходиться за допомогою нової середньої відстані Хеммінгу, яка є ланками нечіткого графу  $\tilde{\Delta} = (X, Z, \tilde{Q})$

$$\mu_Q(x_i, z_j) = \frac{\sum_{k=1}^p \sigma_{y_k}(x_i, z_j)}{p} \quad (5)$$

Для спрощення подальших розрахунків нечіткий граф приймає вигляд матриці інцидентцій  $R_\Delta$

$$\begin{matrix} & z_1 & z_2 & \dots & z_m \end{matrix}$$

$$R_{\Delta} = \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{matrix} \begin{vmatrix} \mu_Q(x_1, z_1) & \mu_Q(x_1, z_2) & \dots & \mu_Q(x_1, z_m) \\ \mu_Q(x_2, z_1) & \mu_Q(x_2, z_2) & \dots & \mu_Q(x_2, z_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_Q(x_n, z_1) & \mu_Q(x_n, z_2) & \dots & \mu_Q(x_n, z_m) \end{vmatrix} \quad (6)$$

Здійснення остаточного закріплення необхідно виконувати з використанням лінійного та нелінійного програмування. В якості прикладу, застосовано класичну транспортну таблицю. Цільовими елементами виступають функції приналежності окремої заявки до рухомого складу. В якості обмежень, які накладаються на задачу, використані обсяги перевезення (надані клієнтами в замовленнях) та провізні можливості окремих марок автомобілів.

Нехай потреби до перевезення споживачів  $x_1, x_2, \dots, x_n$  в обсягах відповідно  $b_1, b_2, \dots, b_n$  та провізні можливості окремих марок рухомого складу  $z_1, z_2, \dots, z_m$  в обсягах відповідно  $a_1, a_2, \dots, a_m$ . Обсяг перевезення вантажу  $i$ -клієнта  $j$  - автомобілем складе  $P_{ij}$ . При виконанні перевезень автомобіль  $z_j$  може перевезти

$$a_j = \sum_{i=1}^n P_{ij}, \quad j=1, 2, \dots, m \quad (7)$$

Так як споживачу  $x_i$  потрібно перевезти

$$b_j = \sum_{j=1}^m P_{ij}, \quad i=1, 2, \dots, n \quad (8)$$

Потрібно визначити сукупність величин  $C_{ij} \geq 0$ , які задовольняють умовам

$$\sum_{j=1}^n c_{ij} = a_{ij}, \quad j=1, 2, \dots, m \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^m c_{ij} = b_{ij}, \quad i=1, 2, \dots, n \quad (10)$$

та мінімізують функцію

$$L = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n c_{ij} \cdot \mu_Q(x_i, z_j) \rightarrow \min, \quad (11)$$

де  $\mu_Q(x_i, z_j)$  - значення функції приналежності окремої заявки до відповідної марки рухомого складу.

Загальним підсумком рішення задачі транспортного обслуговування стає нечіткий граф з визначеними параметрами  $\tilde{\Psi} = (X : A, Z : C, \tilde{W})$ , в якому  $X$  - множина



заявок споживачів,  $Z$  - множина рухомого складу,  $A$  - множина обсягів замовлення,  $C$  - множина обсягів закріплення, отриманих після оптимізації транспортної таблиці,  $\tilde{W}$  - нечіткий графік нечіткої відповідності (вибіркові елементи матриці інцидентів  $R_{\Delta}$ ). Результатом рішення може бути розформування вантажу окремого замовника на декілька автомобілів для забезпечення максимального рівня якості.

**Пошук ступеня розходження дій оператора та роботи методики закріплення за допомогою теорії нечітких множин.** Попередньо, перед наданням методики, необхідно представити відповідні залежності для розрахунків рівня якості закріплення рухомого складу. В якості показника рівня виконання послуги по кожному окремому клієнту можливо використовувати ступінь приналежності відповідності  $\Omega$  відповідності  $\Lambda$ . На відміну від нього, середньозважений показник, має значно більші можливості та дозволяє знайти інтегральний рівень якості за відповідний термін з урахуванням важливості окремої заявки

$$\alpha_t = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \mu_Q(x_i, z_j) \cdot c_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij}}, \quad (12)$$

де  $\alpha_t$  - середньозважений показник рівня якості за період  $t$ .

Важливість окремої заявки прямо залежить від поданих в ній обсягів, тому середньозважений показник якості в більш значній ступені враховує рівень виконання бажань за замовленням з великими обсягами. Результатом стає диференціювання клієнтів для транспортно – експедиційного підприємства за ступенем важливості. Для порівняння результатів закріплення з використанням експедитора - оператора та запропонованої методики за середньозваженим показником необхідно користуватись наступним співвідношенням

$$\omega_t = \frac{\alpha_t^{мет} - \alpha_t^{опер}}{\alpha_t^{опер}} \cdot 100\%, \quad (13)$$

де  $\omega_t$  - відсоткова різниця між інтегральним показником якості при здійсненні закріплення з використанням оператора та наданої вище методики.

Відсоткову різницю можна також інтерпретувати як окремий показник ефективності дій методики або оператора – експедитора. Позитивне значення доводить потребу у впровадженні методики, негативне, навпаки, аргументує необхідність використання людини. Пошук ефективності дій двох систем необхідно, як було помічено вище, проводити з використання порогового відсіювання. Визначення припустимого порогу якості можна виконати двома основними способами періодичний та анкетний. При використанні періодичного способу проводиться попередній статистичний аналіз відмовок від обслуговування та їх причин. Наступним кроком визначається рівень якості закріплення, який було запропоновано та з урахуванням виконаних в попередньому заявках здійснюється пошук порогового значення. Якщо використовується анкетний спосіб пошуку порогового значення проводиться попередне

анкетування реальних та можливих споживачів послуги. Далі всі показники поділяються на п'ять додаткових підкатегорій за допомогою наступної залежності

$$S_g = \left\{ y_i \mid \frac{\sum_{j=1}^n y_{ij}}{n} \geq \frac{\max(y_{ij})}{g} \right\} \text{ для всіх } y \in S_g, \quad (14)$$

де  $S_g$  - множини важливості;  $g$  - ступені важливості (п'ять);  $j$  - номери заявок;  $i$  - номери показників якості рухомого складу.

Після визначення підкатегорій важливості необхідно зменшити їх на середньоквадратичне відхилення показників якості, які до них належать. При розрахунках припустимого порогу якості це дозволить розмити границі важливості та підвищити точність розрахунків. Ступені важливості (для розрахунків припустимого порогу якості) підкатегорій та їх лінгвістичні аналоги зведені до таблиці 3.

Таблиця 3 Виділення ступеня важливості показників якості рухомого складу

№ під категорії важливості	Значення ступеня важливості $\pi_g$	Лінгвістичні змінні (терми)
1	1	Дуже важливий
2	0,8	Важливий
3	0,6	Середньоважливий
4	0,4	Маловажливий
5	0,2	Практично неважливий

Визначення мінімально припустимого рівня якості закріплення рухомого складу виконується за допомогою зважування середнього значення показника якості на ступінь його важливості, тобто

$$l = \frac{\sum_{i=1}^p y_i \cdot \pi_g}{\sum_{i=1}^p i \cdot \pi_g} \quad (15)$$

Загальна ефективність з використанням порогу припустимого рівня якості повинна визначатись з урахуванням відмовок від послуги при недостатньому закріпленні, яке не відповідає бажанням замовника. Попередньо необхідно за допомогою матриці інцидентій  $R_\Delta$  визначити значення  $\mu_Q(x_i, z_j)$  для операторного закріплення та знайти кількість відмовок в обох випадках

$$T_i^v = \begin{cases} 1, & \text{если } \mu_Q(x_i, z_j) \geq l \\ 0 & \end{cases}, \quad (16)$$

де  $T_i^v$  - значення показника відмовки або прийняття  $i$  - го замовлення, яке приймається рівним одиниці, при перевищенні мінімально припустимого рівня якості закріплення та нулю в іншому випадку;  $v$  - два випадки виконання закріплення (з використанням методика та оператора). Ефективність розраховується з урахуванням частки прийнятих до виконання обсягів, отже

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n T_i^{мет} \cdot a_i - \sum_{i=1}^n T_i^{опер} \cdot a_i}{\sum_{i=1}^n a_i} \cdot 100\% \quad (17)$$

Аналогічно відсотковій різниці між інтегральними показниками позитивне значення показника ефективності дозволяє зробити обґрунтоване припущення про необхідність впровадження методики закріплення. Поєднання, для аналізу, обох показників ефективності дозволить об'єктивно довести необхідність переходу на нову систему або застосування старої, операторної.

### Висновки

Запропоновано методику дослідження взаємозв'язку рішень оператора та ефективності роботи ТЕП. Результати її застосування приймають вигляд практичних рекомендації щодо доцільності впровадження системи підтримки прийняття управлінських рішень для допомоги роботі оператора.

**Литература:** 1. *Нагорный Е.В.* Современное состояние украинского рынка транспортно–экспедиционных услуг и пути его реформирования // Вестник ХНАДУ. – 2003. – Вып. 22. – С. 39 – 42. 2. *Нагорный Е.В., Рибанов Г.Л., Черниш Н.Ю.* Основы транспортно экспедиционного обслуживания предприятий, организаций та населения. – Харьков: ХНАДУ, 2002. – 155 с. 3. *Armitage P., Berry G., Matthews JNS.* Statistical methods in medical reserch. – Oxford: Blackwell, 2002. – 234 p. 4. *Altman DG.* Practical statistics for medical research. – London: Chapman and Hall, 1991. – 321 p. 5. *Бекетов Ю.О., Наумов В.С.* Розрахунок раціональної структури парку рухомого складу. – Харків: Вістник ХНАДУ, 2003. – С. 65 – 68. 6. *Сословський В., Нагорний Є., Дорохов О.* Визначення структури парку транспортних засобів із застосуванням ігрового підходу. – Харків: Вістник ХДТУСГ, 2004. – С. 80 – 85.